"نشریه علوم زراعی ایران"
جلد بیست و ششم، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۳

مقاله پژوهشی

DOR: 20.1001.1.23223243.2021.19.1.29.0

اثر مصرف کود نیتروژن و تراکم بوته بر صفات مورفولوژیک و عملکرد دانه و روغن ارقام جدید کنجد (*Sesamum indicum* L.) مقاوم به ریزش دانه در شمال استان خوزستان

Effect of nitrogen fertilizer application and plant density on morphological traits and seed and oil yield of new non-shattering sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivars in north of Khuzestan province

رحیم نورآفتاب[۱]، پیمان حسیبی[۲]، محمدرضا سیاهپوش[۳] و علی منصفی[۴]

چکیده

نورآفتاب، ر.، پ. حسیبی، م.ر سیاهپوش و ع. منصفی. ۱۴۰۳. اثر مصرف کود نیتروژن و تراکم بوته بر صفات مورفولوژیک و عملکرد دانه و روغن ارقام جدید کنجد (*Sesamum indicum* L.) مقاوم به ریزش دانه در شمال استان خوزستان. **نشریه علوم زراعی ایران. ۲۶ (۳): ۳۱۵ -۲۹۹.**

به‌منظور ارزیابی اثر مصرف کود نیتروژن و تراکم بوته بر صفات مورفولوژیک و عملکرد دانه ارقام جدید کنجد مقاوم به ریزش دانه، آزمایشی به‌صورت کرت‌های نواری خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزارع آزمایشی شرکت کشت و صنعت شهید رجائی شهرستان دزفول در شمال استان خوزستان طی دو سال ۱۴۰۰و ۱۴۰۱ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل مقادیر کود نیتروژن (۴۶، ۶۹ و ۹۲ کیلوگرم د ر هکتار در سال اول و ۶۹، ۹۲ و ۱۱۵ کیلوگرم در هکتار در سال دوم، از منبع اوره) و سه تراکم بوته (۲۵، ۵۰ و ۷۵ بوته در مترمربع) و چهار رقم کنجد (مهاجر، چمران و برکت به‌عنوان ارقام جدید مقاوم به ریزش دانه و رقم محلی دزفول؛ شاهد) بودند. تیمارهای کود نیتروژن و تراکم بوته به عنوان عامل‌های اصلی به‌ترتیب در نوارهای عرضی و طولی و رقم به‌عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج سال اول آزمایش نشان داد که تیمارهای ۶۹ و ۹۲ کیلوگرم نیتروژن باعث افزایش ۲۸ و ۴۱ درصدی عملکرد دانه نسبت به تیمار ۴۶ کیلوگرم شد و در سال دوم آزمایش نیز، افزایش کود نیتروژن از ۶۹ به ۹۲ و ۱۱۵ کیلوگرم، به‌ترتیب باعث افزایش عملکرد دانه به مقدار ۱۵ و ۲۹ درصد شد. نتایج نشان داد که هر چند تراکم ۵۰ بوته در مترمربع نسبت به تراکم‌های ۲۵ و ۷۵ بوته در مترمربع در هر دو سال آزمایش باعث افزایش عملکرد دانه ارقام کنجد شد ولی بیشترین درصد روغن در تراکم ۲۵ بوته در واحد سطح حاصل گردید. در سال دوم آزمایش بیشترین مقدار عملکرد دانه مربوط به رقم مهاجر (۱۹۵۳ کیلوگرم در هکتار) بود و عملکرد دانه ارقام برکت، چمران و محلی دزفول به‌ترتیب ۱۸۲۸، ۱۷۰۰ و ۱۱۰۲ کیلوگرم در هکتار بود. میزان روغن دانه ارقام مقاوم به ریزش در هر دو سال آزمایش بطور معنی‌داری بیشتر از رقم محلی دزفول بود بیشترین میزان روغن دانه (۴۵/۴ درصد) در رقم مهاجر مشاهده شد. بر اساس نتایج این تحقیق، مصرف کود نیتروژن به مقدار ۶۹ تا ۹۲ کیلوگرم در هکتار و تقسیط آن به‌صورت پایه، سرک اول در مرحله هشت برگی و سرک دوم در مرحله شروع گلدهی باعث تولید بیشترین مقدار عملکرد روغن در زراعت کنجد مقاوم به ریزش دانه شد. ارقام جدید تجاری کنجد مقاوم به ریزش دانه، بویژه ارقام مهاجر و برکت عملکرد دانه، میزان روغن و عملکرد روغن بالاتری نسبت به رقم شاهد داشتند و به‌دلیل دارا بودن ویژگی مهم مقاومت به ریزش دانه در زمان رسیدگی، برای توسعه کشت کنجد در الگوی کشت تابستانه مناطق دارای شرایط اقلیمی مشابه دزفول در شمال خوزستان مناسب هستند.

واژه‌های کلیدی: تعداد کپسول در بوته، درصد روغن، عملکرد روغن، کنجد ، وزن هزار دانه

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۳۰

این مقاله مستخرج از رساله دکتری نگارنده اول می باشد

۱ – دانشجوی دکتری دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران

۲- دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران

۳- دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران (مکاتبه کننده، siahpoosh@scu.ac.ir ✉)

۴- دانشیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران

Effect of nitrogen fertilizer application and plant density on morphological traits and seed and oil yield of new non-shattering sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivars in north of Khuzestan province

Nour Aftab, R.[1], Hassibi, P.[2], Siahpoosh, M.R.[3] and Monsefi, A.[4]

ABSTRACT

Nour Aftab, R., Hassibi, P., Siahpoosh, M.R., and Monsefi, A. 2025. Effect of nitrogen fertilizer application and plant density on morphological traits and seed and oil yield of new non-shattering sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivars in north of Khuzestan province**. Iranian Journal of Crop Sciences. 26(1): 299-315. (In Persian).**

Introduction: Despite the long history of sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivation in Iran, the problem of seed shattering during ripening stage and lack of mechanized harvesting is the biggest problem for the development of sesame cultivation in modern agriculture of Iran and other parts of the world (Kadkhodaie *et al.,* 2014). New indehiscent sesame commercial cultivars have made it possible to mechanized harvest of sesame and develop the cultivation of this valuable crop. In this regard, due to the need for optimal use of nitrogen in the cultivation of indehiscent sesame cultivars (Patel *et al.,* 2014) as well as the lack of sufficient information about the appropriate density of the crop and a detailed investigation of on nitrogen and plant density effect s on some morphological traits and seed yield of new indehiscent sesame cultivars, this experiment was carried out.

Materials and Methods: To study the effect of nitrogen and plant density on some morphological traits and seed yield of indehiscent sesame cultivars, a field experiment was carried out as strip-split plot arrangements in randomized complete block design with four replications in Shahid Rajaee Agro-Industrial Company in Dezful, Iran, in 2021 and 2022. Experimental factors included nitrogen fertilizer at three levels (46, 69 and 92 kg ha^{-1} in the first year and 69, 92 and 115 kg ha^{-1} in the second year, from urea fertilizer source), plant density at three levels (25, 50 and 75 $plants.m^{-2}$) and four sesame cultivars (Mohajer, Chamran and Barkat as new indehiscent sesame commercial cultivars and local dehiscent cultivar of Dezful as control). For local control cultivar, due to the dehiscent capsules, the green harvest was done before harvest ripening, and in the indehiscent cultivars, the harvest was done at the stage of harvest ripening.

Results: The results showed that the studied treatments affected the morphological characteristics and seed yield of the sesame cultivars in both years. In the first year, the application of 69 and 92 kg of nitrogen levels led to 28% and 41% increase in seed yield, respectively. In the second year, the increase in application of nitrogen fertilizer from 69 to 92 and 115 kg increased the seed yield by 15% and 29%, respectively. Among the plant density levels, the 50 $plants.m^{-2}$ compared to the 25 and 75 $plants.m^{-2}$, in the first year, increased seed yield by 38% and 12%, respectively, and in the second year by 24% and 11%, respectively. The highest seed oil content was achieved at density of 25 $plants.m^{-2}$. Mohajer cultivar had the highest seed yield with an average of 924 $kg.ha^{-1}$ followed by the cv. local Dezful (897 $kg.ha^{-1}$), cv. Barkat (852 $kg.ha^{-1}$) and cv. Chamran (643 $kg.ha^{-1}$). In the second year, the highest seed yield was related to cv. Mohajer (1953 $kg.ha^{-1}$) followed by cv. Barkat (1828 $kg.ha^{-1}$), cv. Chamran (1700 $kg.ha^{-1}$), and cv. local Dezful (1102 $kg.ha^{-1}$). The highest oil content (46.45%) was observed in cv. Mohajer, and generally the oil content of the non-shatternig sesame cultivars was significantly higher than the control cultivar.

Conclusion: In general, the sesame cultivars demonstrated a favorable relative response to increased nitrogen levels that significantly increased seed yield and oil yield. Split application of 69 to 92 $kg.ha^{-1}$ of nitrogen fertilizer at three stages (base, 8-leaf stage and at the beginning of flowering) produced the highest oil yield in indehisent sesame cultivars. In addition, the optimal density for maximum seed yield was 50 $plant.m^{-2}$. The new indehiscent sesame commercial cultivars, especially cv. Mohajer and cv. Barkat had high seed yield and oil yield. These two cultivars are suitable for being considered in summer cropping pattern of regions with similar climatic conditions of Dezful in the north of Khuzestan province, Iran.

Key words: Sesame, Number of capsules, Oil conten, Oil yield and 1000 Seed weight

Received: July, 2024 **Accepted: November, 2024**

1. PhD Student, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran
2. Associate Prof., Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran
3. Associate Prof., Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran (Corresponding author, ✉ siahpoosh@scu.ac.ir)
4. Associate Prof., Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran

مقدمه

کنجد (*Sesamum indicum* L.) گیاهی یک‌ساله و خودگشن از خانواده Pedaliaceae است. طول دوره رشد گیاه کنجد بسته به شرایط آب و هوایی ۷۰ تا ۱۵۰ روز است (Amna *et al*., 2021). این گیاه از کاشت تا برداشت به حدود ۲۷۰۰ واحد حرارتی نیاز دارد (Islam *et al*., 2016). دانه کنجد بسته به شرایط و نوع رقم، دارای ۴۰ تا ۶۰ درصد روغن و ۱۷ تا ۲۹ درصد پروتئین است که روغن آن به‌دلیل ترکیب فنلی با خاصیت آنتی‌اکسیدانی به نام سزامول، از دوام خوبی برخوردار است (Ahmed *et al*., 2023). روغن کنجد مرکب از حدود ۷۰ درصد اسیدهای چرب غیراشباع مانند اسید لینولئیک ، اسید اولئیک و مقدار کمی اسیدهای چرب اشباع مانند اسید پالمتیک و اسید آراشیدیک بوده و از این لحاظ روغن آن از کیفیت بسیار مطلوبی برخوردار است (Change and Huang, 2012). در سال زراعی ۱۴۰۱ سطح زیر کشت کنجد در ایران ۳۹۶۶۰ هکتار بوده که ۳۹۱۸۵ هکتار مربوط به زراعت آبی و ۴۷۵ هکتار زراعت دیم با میانگین عملکرد ۱۱۴۱ کیلوگرم (آبی) و ۳۳۶ کیلوگرم (دیم) در هکتار بوده است. استان خوزستان با ۱۶۵۶۰ هکتار رتبه اول سطح زیر کشت را داشته و میانگین عملکرد کنجد در این استان ۱۱۸۲ کیلوگرم در هکتار بوده است (Anonymous, 2023).

اگرچه کنجد به‌عنوان گیاهی با نیاز کودی پایین شناخته شده است، اما فراهمی عناصر غذایی بر عملکرد دانه آن اثر مستقیم دارد (Saboury *et al*., 2022). نیتروژن یکی از عناصر غذایی ضروری پرمصرف برای رشد گیاه است و در دسترس بودن نیتروژن یکی از مهم‌ترین چالش‌های مدیریت حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه به شمار می‌رود (Nanthakumar *et al*., 2014). نتایج یک آزمایش در شمال سودان نشان داد که بیشترین و کمترین عملکرد دانه کنجد به‌ترتیب در تیمارهای ۸۸ و صفر کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد (Rahman and El-Maki, 2008). گزارش شده است که با افزایش مصرف کود نیتروژن در زراعت کنجد، محتوای روغن دانه کاهش و میزان پروتئین دانه، عملکرد دانه و عملکرد روغن بطور معنی‌داری افزایش می‌یابند (Kashani *et al*., 2016). نتایج آزمایش‌های انجام شد روی ارقام کنجد شکوفا در هندوستان نشان داده است که عملکرد دانه کنجد با مصرف ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به صورت خطی افزایش یافت (Patel *et al*., 2014).

تراکم بوته یکی از عوامل تعیین‌کننده عملکرد گیاهان زراعی است. در تراکم‌های بیش از حد مطلوب، بروز رقابت درون‌گونه‌ای باعث کاهش عملکرد شده و در تراکم‌های کمتر از حد مطلوب، عدم بهره‌برداری کافی از نور، فضا، آب و خاک، باعث کاهش عملکرد می‌شود. نورکا و همکاران (Noorka *et al*., 2011) گزارش کردند که با کاهش فاصله بین بوته‌ها از ۲۰ به ۱۵ و ۱۰ سانتی‌متر، ارتفاع بوته، ارتفاع نخستین شاخه کپسول‌دار و عملکرد دانه و روغن کنجد افزایش یافتند. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2017) نیز گزارش کردند که اثر تراکم بوته بر عملکرد دانه، تعداد دانه در کپسول و تعداد کپسول در بوته کنجد معنی‌دار بوده و تراکم ۵۰ بوته در متر مربع برای منطقه مشهد مناسب‌تر بود. غلامحسینی و همکاران (Gholamhoseeini *et al*., 2022) نیز گزارش دادند که حداکثر مقدار عملکرد دانه کنجد در مشهد با ۶۸۵ کیلوگرم در هکتار از رقم اولتان و تراکم ۴۰ بوته در مترمربع حاصل شد.

علی‌رغم سابقه طولانی زراعت کنجد در ایران، مشکل ریزش دانه در زمان رسیدگی محصول به دلیل شکوفا بودن کپسول‌ها در زمان رسیدگی و عدم امکان برداشت ماشینی، بزرگ‌ترین مانع توسعه زراعت کنجد به شمار می‌رود. بسیاری از محققان، ریزش دانه کنجد را عامل اصلی عدم توسعه زراعت و

کاهش شدید عملکرد دانه کنجد اعلام کرده‌اند (Kadkhodaie *et al.*, 2014). در راستای حل این مشکل ریزش دانه با هدف توسعه زراعت گیاه ارزشمند کنجد در ایران، طی چند سال گذشته اقدامات هدفمندی در اصلاح ارقام کنجد مقاوم به ریزش دانه (ناشکوفا) توسط محققان دانشگاه شهید چمران اهواز با همکاری شرکت کشت و صنعت شهید رجایی دزفول انجام شده که نتیجه آن دست‌یابی به چهار رقم تجاری کنجد مقاوم به ریزش دانه بوده است. ارزیابی‌های به‌زراعی این ارقام از نیازمندی‌های توسعه زراعت ماشینی کنجد در کشور است. تحقیق حاضر با هدف تعیین میزان مناسب کود نیتروژن در زراعت ارقام کنجد مقاوم به ریزش دانه و تعیین تراکم مناسب بوته در واحد سطح و برهمکنش نیتروژن و تراکم بوته بر صفات مورفولوژیک و عملکرد ارقام جدید کنجد مقاوم به ریزش دانه، طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش حاضر طی دو سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ در مزارع آزمایشی شرکت کشت و صنعت شهید رجائی شهرستان دزفول در شمال استان خوزستان اجرا شد. ویژگی‌های خاک محل اجرای آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱ – ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش (۱۴۰۰ و ۱۴۰۱)

Table 1. Chemical and physical properties of the soil at the experiment site (2021 and 2022)

سال Year	پتاسیم K (mg.kg^{-1})	فسفر P (mg kg^{-1})	نیتروژن N (%)	هدایت الکتریکی EC (dS.m^{-1})	بافت خاک Soil texture	مواد آلی Organic matter (%)	اسیدیته pH
۱۴۰۰ 2021	149	11	0.01	1.1	Silty clay loam	1.01	7.79
۱۴۰۱ 2022	221	21	0.02	2.8	Silty clay loam	1.05	7.35

آزمایش در هر دو سال به‌صورت کرت‌های نواری خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل مقادیر کود نیتروژن (۴۶، ۶۹ و ۹۲ کیلوگرم در هکتار؛ به‌ترتیب ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار در سال اول و ۶۹، ۹۲ و ۱۱۵ کیلوگرم در هکتار؛ به‌ترتیب ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در سال دوم) و سه تراکم بوته (۲۵، ۵۰ و ۷۵ بوته در مترمربع) و چهار رقم کنجد (مهاجر، چمران و برکت به‌عنوان ارقام جدید مقاوم به ریزش دانه و رقم محلی دزفول؛ شاهد) بودند. تیمارهای کود نیتروژن و تراکم بوته به عنوان عامل‌های اصلی به‌ترتیب در نوارهای عرض و طولی و رقم به‌عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد. رقم محلی دزفول (شاهد) شکوفا و دارای ریزش در زمان رسیدگی و ارقام مهاجر، چمران و برکت مقاوم به ریزش دانه در زمان رسیدگی هستند که ویژگی‌های آنها توسط سیاهپوش و همکاران (Siahpoosh *et al.*, 2024) گزارش شده است. پس از عملیات آماده‌سازی زمین، بر اساس نتایج آزمون خاک (جدول ۱) میزان کود مورد نیاز به صورت ۱۵۰ کیلوگرم فسفر (از منبع سوپرفسفات تریپل) و ۱۵۰ کیلوگرم پتاسیم (از منبع سولفات پتاسیم) در هکتار تماما قبل از کاشت به خاک اضافه شدند. مقدار و زمان مصرف کود نیتروژن بر اساس سطوح تیماری در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲- مقدار و زمان مصرف کود نیتروژن (۱۴۰۰ و ۱۴۰۱)

Table 2. Rate and time of application of nitrogen fertilizer (2021 and 2022)

تیمارهای کود نیتروژن Nitrogen fertilizer treatments		زمان مصرف کود نیتروژن Time of nitrogen fertilizer application پایه Base				
			هشت برگی 8 leaf stage		شروع گلدهی Beginning of flowering	
		۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ 2021 and 2022	۱۴۰۰ 2021	۱۴۰۱ 2022	۱۴۰۰ 2021	۱۴۰۱ 2022
2021 46 kg.ha^{-1} ۱۴۰۰ ۴۶ کیلوگرم در هکتار	2022 69 kg.ha^{-1} ۱۴۰۱ ۶۹ کیلوگرم در هکتار	23	11.5	23	11.5	23
2021 69 kg.ha^{-1} ۱۴۰۰ ۶۹ کیلوگرم در هکتار	2022 92 kg.ha^{-1} ۱۴۰۱ ۹۲ کیلوگرم در هکتار	23	23	34.5	23	34.5
2021 92 kg.ha^{-1} ۱۴۰۰ ۹۲ کیلوگرم در هکتار	2022 115 kg.ha^{-1} ۱۴۰۱ ۱۱۵ کیلوگرم در هکتار	23	34.5	46	34.5	46

پس از اجرای عملیات زراعی، پشته‌بندی و ایجاد جویچه‌های آبیاری، بر اساس نقشه طرح اقدام به کاشت بذر شد. بذرهای ارقام کنجد در هر تکرار بصورت جوی و پشته در کرت‌هایی به ابعاد ۳ در ۴ متر (شامل چهار پشته ۷۵ سانتی‌متری در طول چهار متر) به‌صورت دستی در عمق ۲ تا ۳ سانتی‌متر کاشته شدند. در تراکم ۲۵ بوته در مترمربع، بذرها در یک ردیف روی هر پشته، در تراکم ۵۰ بوته در مترمربع بذرها در دو ردیف روی پشته با فاصله ۳۰ سانتی‌متر و در تراکم ۷۵ بوته در مترمربع بذرها در سه ردیف روی هر پشته با فاصله ۱۵ سانتی‌متر کاشته شدند. فاصله بین کرت‌های اصلی دو پشته و فاصله بین تکرارها دو متر در نظر گرفته شد. پس از سبز شدن گیاهچه‌ها، تنک بوته‌های اضافی در مرحله ۳ تا ۴ برگی برای دستیابی به تراکم‌های مورد نظر و با رعایت فاصله حدود پنج سانتی‌متر بین بوته‌ها انجام شد. آبیاری بلافاصله بعد از کاشت و بعد از آن بنابر نیاز گیاه بصورت نشتی انجام شد. کنترل علف‌های هرز در طول فصل رشد به صورت دستی و سمپاشی کنترل شده کف جوی‌ها با علف‌کش پاراکوات انجام شد. برای مبارزه با آفات سفید بالک، زنجرک، لارو برگخوار کارادرینا و سایر آفات از سموم سایپرمترین (یک لیتر در هکتار) و دیازینون (۰/۵ لیتر در هکتار) و برای مبارزه با بیماری سفیدک زغالی ریشه و فوزاریوم از سم متالاکس مانکوزب (۲/۵ کیلوگرم در هکتار) استفاده شد. برای ثبت صفات مورفولوژیک و عملکردی در هر کرت ده بوته به‌طور تصادفی انتخاب و صفات ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌های فرعی بارور در بوته و اجزای عملکرد شامل تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در هر کپسول، وزن دانه در کپسول و وزن هزار دانه در آنها اندازه‌گیری شدتد. برای تعیین عملکرد دانه در مرحله رسیدگی کامل و خشک شدن کامل بوته‌ها در هر کرت، دو پشته کناری و نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت به عنوان حاشیه حذف و برداشت بوته‌ها از سطح چهار مترمربع از هر کرت انجام شده و عملکرد دانه و عملکرد زیستی اندازه‌گیری و شاخص برداشت محاسبه شد. در خصوص رقم شاهد محلی دزفول با توجه به شکوفا بودن رقم محلی دزفول و ریزش شدید دانه در مرحله رسیدگی کامل، برداشت محصول به‌صورت سبز در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک دانه‌ها انجام شد. پس از آن بوته‌ها در خارج از مزرعه تا حد رطوبت حدود شش درصد دانه خشکانده شده و عملکرد دانه و اجزای عملکرد اندازه‌گیری شدند.

قبل از تجزیه داده‌ها، آزمون نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک انجام شد. با توجه به متفاوت بودن تیمارهای کود نیتروژن در دو سال آزمایش، داده‌های دو سال به صورت دو آزمایش مجزا تجزیه

شدند. تجزیه داده‌ها بـا اسـتفاده از نرم‌افـزار SAS ver 9.4 و رسم نمودارها با استفاده از برنامه Excel انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشـان داد کـه در هـر دو سـال آزمایش، اثر تیمارهای کود نیتروژن، تراکم بوته و رقـم بـر ارتفـاع بوتـه معنـی‌دار بـود. براسـاس نتـایج مقایسـه میانگین، ارتفاع بوته با افزایش مقـدار کـود نیتـروژن بـه طور معنی‌داری افزایش یافت. بیشـترین ارتفـاع بوتـه در سال اول (۱۴۴/۶ سانتی‌متر) مربوط به تیمار ۹۲ کیلوگرم نیتروژن و در سال دوم (۱۷۷ سانتی‌متر) مربوط بـه تیمـار ۱۱۵ کیلوگرم نیتروژن بود که برتری آماری معنـی‌داری نسبت به دو سطح کودی دیگر داشـتند. نتـایج نشـان داد که با افزایش تراکم بوته از ۲۵ بـه ۷۵ بوتـه در مترمربـع، ارتفاع بوته کاهش یافت و بیشـترین ارتفـاع بوتـه در هـر دو سال آزمایش (۱۴۷/۷ سـانتی‌متر در سـال اول و ۱۷۵ سانتی‌متر در سال دوم) مربوط به تراکم ۲۵ بوتـه در متـر مربع بود. در بین ارقام کنجد مورد بررسـی نیـز در سـال اول آزمـایش رقـم محلـی دزفـول (۱۶۷/۷ سـانتی‌متر) بیشـترین و رقـم چمـران (۱۲۱/۸ سـانتی‌متر) کمتـرین ارتفاع بوته را داشتند. بین ارقام مهاجر و برکـت تفـاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در سـال دوم آزمـایش نیـز کـه رقم محلی دزفـول بـا میـانگین ۱۹۴ سـانتی‌متر بیشـترین ارتفاع بوته را داشت و کمترین ارتفاع بوته نیز مربوط به رقم چمران با میـانگین ۱۴۵ سـانتی‌متر بـود (جـدول ۳). دسترسی گیـاه بـه آب و عناصـر غـذایی کـافی، بـه‌ویژه نیتـروژن، بـر افـزایش ارتفـاع بوتـه بسـیار مـوثر اسـت و مصـرف کـود نیتـروژن از طریـق افـزایش تقسـیمات و اندازه سـلول‌های گیـاه، باعـث افـزایش ارتفـاع بوتـه در ارقـام کنجـد می‌شـود (Mekonnen *et al.*, 2016). در نتـایج سـایر تحقیقـات نیـز اثـر افـزایش تـراکم بوتـه بـر کـاهش ارتفـاع بوتـه کنجـد گـزارش شـده اسـت (Ahmed *et al.*, 2005; Valiki *et al.*, 2015).

نتایج تجزیه واریانس در دو سـال آزمـایش نشـان داد که بـرهمکنش تیمارهـای کـود نیتـروژن و تـراکم بوتـه و رقم بر تعداد شاخه فرعـی بـارور در سـطح احتمـال یـک درصد معنی‌دار بود. براساس نتایج مقایسـه میانگین‌هـا، در سـال اول آزمـایش، رقـم محلـی دزفـول بیشـترین تعـداد شاخه فرعـی بـارور را داشـت و بیشـترین مقـدار آن (۱/۹ شاخه) مربوط به تیمارهای ۹۲ کیلوگرم کـود نیتـروژن در تراکم ۲۵ بوته بود که البته با تیمـار ۶۹ کیلـوگرم نیتـروژن و تراکم ۲۵ بوته (۱/۸ شاخه) تفاوت معنـی‌داری نداشـت. مقایسه میـانگین تعـداد شـاخه فرعـی بـارور در سـال دوم آزمایش نیز موید نتـایج سـال اول بـود، به‌طوری‌کـه رقـم محلی دزفول در تیمارهای ۹۲ و ۱۱۵ کیلوگرم نیتـروژن و تـراکم ۲۵ بوتـه، بیشـترین تعـداد شـاخه فرعـی بـارور را داشت (جدول ۴). نتایج نشان دهنده تـأثیر مثبـت نیتـروژن بر افزایش تعداد شاخه‌های جانبی در ارقام کنجد بـود. در مقابل با افزایش تراکم بوته، تعداد شاخه‌های فرعی بـارور کاهش یافت. افزایش تعداد شاخه‌های فرعی در پاسـخ بـه فاصله بیشتر بوته‌ها (تـراکم کمتـر) را می‌تـوان بـه رقابـت کمتر برای فضا، نور و عناصر غـذایی نسـبت داد کـه ایـن موضوع با نتایج سایر تحقیقـات (Oloniruha *et al.*, 2021) مطابقت دارد. نتـایج نشـان داد کـه بـرخلاف رقـم محلـی دزفول، ارقام کنجد مقاوم به ریزش دانه دارای شـاخه‌های جانبی کمتری بودند. شاخه‌دهی در گیاه کنجـد هـر چنـد یک صـفت ژنتیکـی اسـت، ولـی بـه شـدت تحـت تـأثیر عوامل محیطی و مدیریت زراعی قرار می‌گیـرد. بـه‌علاوه شاخه‌های جانبی غیربارور، در افزایش تولید اثـر نداشـته و صرفا باعث افزایش زیست توده در گیـاه می‌شـوند. ارقـام کنجد مقاوم به ریزش دانه، توانایی متفاوتی از نظـر تولیـد شاخه‌های جانبی دارند. از این نظر ارقام چمـران و برکـت پتانسیل شاخه‌دهی بیشتری نسبت به سایر ارقـام دارنـد. بـر اساس نتایج تحقیق حاضـر، بیشـترین تعـداد شـاخه فرعـی بارور در ارقام کنجد چمران و برکت در تـراکم ۲۵ بوتـه در مترمربع با مصرف ۹۲ کیلوگرم در هکتار نیتـروژن در سال اول و ۱۱۵ کیلوگرم در هکتار نینـروژن در سـال دوم بدست آمد.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک و عملکردی ارقام کنجد در تیمارهای کود نیتروژن، تراکم بوته و رقم

Table 3. Mean comparisons of morphological and yield traits of sesame cultivars in nitrogen fertilizer, plant density and cultivar treatments

تیمارهای آزمایشی Treatments			ارتفاع بوته Plant height (cm) ۱۴۰۰ 2021	۱۴۰۱ 2022	تعداد کپسول در بوته No. capsule.plant^{-1} ۱۴۰۰ 2021	۱۴۰۱ 2020	تعداد شاخه فرعی بارور No. fertile secondary branches ۱۴۰۰ 2021	۱۴۰۱ 2022	تعداد دانه در کپسول No. seed.capsule^{-1} ۱۴۰۰ 2021	۱۴۰۱ 2022	عملکرد دانه Seed yield (kg.ha^{-1}) ۱۴۰۰ 2021	۱۴۰۱ 2022
کود نیتروژن Nitrogen fertilizer (kg.ha^{-1})	2021 ۱۴۰۰ / 2022 ۱۴۰۱	46 / 69	137.8b	155.0c	30.6c	51.18c	0.33c	0.21b	43.9b	55.6c	674.1c	1435.3c
	2021 ۱۴۰۰ / 2022 ۱۴۰۱	69 / 92	142.0ab	165.0b	37.5b	58.01b	0.42b	0.39a	50.1a	58.3b	864.7b	1653.1b
	2021 ۱۴۰۰ / 2022 ۱۴۰۱	92 / 115	144.6a	177.0a	40.5a	63.7a	0.51a	0.35a	50.4a	62.8a	948.3a	1849.2a
تراکم بوته Plant density.m^{-2}		25	147.7a	175.0a	42.6a	69.3a	0.55a	0.69a	51.5a	63.8a	689.4c	1471.5c
		50	140.3ab	166.0b	35.2b	57.7b	0.45b	0.19b	47.9b	59.8b	948.5a	1822.7a
		75	136.1b	157.0c	30.7c	45.8c	0.25c	0.07c	44.9c	53.1c	849.2b	1643.3b
ارقام کنجد Sesame cultivars	Mohajer	مهاجر	139.4b	164.0b	39.1a	64.6a	0.01d	0.05c	52.5a	62.6a	924.3a	1953.3a
	Chamran	چمران	121.8c	145.0d	28.8c	60.0b	0.05c	0.06c	44.1b	58.0b	643.3d	1700.3c
	Barkat	برکت	137.6b	159.0c	36.3b	55.4c	0.19b	0.21b	42.9b	53.0c	851.7c	1827.9b
	Dezful	دزفول	167.7a	194.0a	40.7a	50.4d	1.47a	0.95a	53.1a	62.0a	897.9b	1101.8d

Table 3. Continued

جدول ۳- ادامه

تیمارهای آزمایشی Treatments			عملکرد زیست توده Biological yield (kg.ha^{-1}) ۱۴۰۰ 2021	۱۴۰۱ 2022	شاخص برداشت Harvest index (%) ۱۴۰۰ 2021	۱۴۰۱ 2022	وزن هزار دانه 1000 Seed weight (g) ۱۴۰۰ 2021	۱۴۰۱ 2022	روغن دانه Seed oil content (%) ۱۴۰۰ 2021	۱۴۰۱ 2022	عملکرد روغن Oil yield (kg. ha^{-1}) ۱۴۰۰ 2021	۱۴۰۱ 2022
کود نیتروژن Nitrogen fertilizer (kg.ha^{-1})	2021 ۱۴۰۰ / 2022 ۱۴۰۱	46 / 69	5202c	7981c	12.9a	18.0b	2.47a	2.74c	46.0a	43.7a	384.3a	706.2a
	2021 ۱۴۰۰ / 2022 ۱۴۰۱	69 / 92	5972b	8623b	14.8a	19.2a	2.53a	2.80a	43.0b	41.4b	373.1a	677.0b
	2021 ۱۴۰۰ / 2022 ۱۴۰۱	92 / 115	6413a	9616a	14.8a	19.2a	2.53a	2.85a	40.6c	38.5c	310.6b	623.0c
تراکم بوته Plant density.m^{-2}		25	5113c	8268c	13.5b	18.1b	2.65a	2.98a	44.3a	42.1a	400.9a	733.7a
		50	5982b	8771b	15.7a	20.8a	2.49b	2.78b	42.8b	40.9b	361.6b	663.5b
		75	6492a	9183a	13.1b	17.9b	2.39c	2.62c	42.6b	40.7b	305.6c	608.8c
ارقام کنجد Sesame cultivars	Mohajer	مهاجر	5636b	8654b	16.4a	22.6a	1.86c	6.00b	45.4a	44.3a	401.8a	1953.3a
	Chamran	چمران	5315c	8006c	15.8a	21.2b	2.47b	6.00b	42.9b	41.2b	390.9a	1700.3c
	Barkat	برکت	5315c	8650b	16a	21.1b	2.49b	6.07a	42.4b	40.3c	360.8b	1827.9b
	Dezful	دزفول	8418a	9657a	10.6b	11.4c	3.24a	3.37a	42.1c	39.0d	270.7c	483.5c

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات گیاهی ارقام کنجد در برهمکنش تیمارهای کود نیتروژن و تراکم بوته و رقم

Table 4. Mean comparison of plant traits of sesame cultivars in interaction of nitrogen fertilizer and plant density and cultivar treatments

تیمارهای آزمایشی Treatments			تعداد شاخه فرعی بارور No. fertile secondary branches		تعداد کپسول در بوته No. capsule.plant^{-1}	تعداد دانه در کپسول No. seed.capsule^{-1}	عملکرد دانه Seed yield (kg.ha^{-1})	
کود نیتروژن Nitrogen fertilizer (kg.ha^{-1})	تراکم بوته Plant density .m^{-2}	ارقام کنجد Sesame cultivars	۱۴۰۰ 2021	۱۴۰۱ 2022	۱۴۰۱ 2022	۱۴۰۱ 2022	۱۴۰۰ 2021	۱۴۰۱ 2022
2021 ۱۴۰۰ 46 2022 ۱۴۰۱ 69	25	Mohajer مهاجر	0.0i	0.3fe	57h-k	67.1b-e	672lmk	1603l
		Chamran چمران	0.0i	0i	52.6j-m	59.9h-k	391p	1320n
		Barkat برکت	0.2h	0.8c	64.7ed	53qop	637lm	1427m
		Dezful دزفول	1.5c	1.2b	52.5j-m	65.2d-g	617nm	746r
	50	Mohajer مهاجر	0.0i	0.0i	58.8f-i	62.1f-i	895ed	1976fe
		Chamran چمران	0.0i	0.0i	44.8no	53.2n-q	617nm	1692jk
		Barkat برکت	0.0i	0.0i	44.8no	50.4qrp	680lmk	1817hi
		Local محلی	1.5c	0.4de	64def	62.1f-i	870ef	976q
	75	Mohajer مهاجر	0.0i	0.0i	54.7i-l	47.6rs	770g-j	1695jk
		Chamran چمران	0.0i	0.0i	31.6r	46.9rs	562n	1592l
		Barkat برکت	0.0i	0.0i	49nml	50.4qrp	642lm	1599l
		Dezful دزفول	0.8e	0.2h	40op	49.4qrs	739hikj	782r
2021 ۱۴۰۰ 69 2022 ۱۴۰۱ 92	25	Mohajer مهاجر	0.0i	0.0i	66.4cd	62.5f-i	787hig	1773ji
		Chamran چمران	0.0i	0.3fg	58.1g-j	64.9d-g	483o	1496m
		Barkat برکت	0.4fg	0.5d	81.2b	55.7l-o	778hig	1622lk
		Dezful دزفول	1.8ab	2.3a	82.8b	69.5abc	799hfg	1001q
	50	Mohajer مهاجر	0.0i	0.0i	71.1c	63.2e-h	1148a	2200b
		Chamran چمران	0.0i	0.0i	51.1ml	59.0h-l	724ikj	1876hg
		Barkat برکت	0.3hg	0.0i	51.4mkl	52.8qop	991bc	2006de
		Dezful دزفول	1.5c	1.1b	63.3d-g	65.5c-e	1037b	1200po
	75	Mohajer مهاجر	0.0i	0.0i	54.6i-l	58.8i-l	1001bc	1974fe
		Chamran چمران	0.0i	0.0i	43.6nop	52.5qop	703lkj	1719j
		Barkat برکت	0.0i	0.0i	33.7qr	50.4qrp	960cd	1851hgi
		Dezful دزفول	1.2d	0.4fe	38.9qp	45.9s	968bcd	1123p
2021 ۱۴۰۰ 92 2022 ۱۴۰۱ 115	25	Mohajer مهاجر	0.0i	0.2h	93.3a	70.5ab	799hfg	1882hg
		Chamran چمران	0.5f	0.4de	58.7f-i	67.1b-e	648lm	1710j
		Barkat برکت	0.5f	0.4fe	80.5b	57.2k-n	790hig	1861hg
		Dezful دزفول	1.9a	2.4a	84.3b	73.2a	873e	1219o
	50	Mohajer مهاجر	0.0i	0.0i	66.4cd	66.2c-f	1209a	2337a
		Chamran چمران	0.0i	0.1hi	62.1d-h	61.3g-j	838efg	1996de
		Barkat برکت	0.4f	0.2hg	49.2nml	54.0m-p	1189a	2206b
		Dezful دزفول	1.7b	0.5d	66.5cd	68.6dbc	1188a	1593l
	75	Mohajer مهاجر	0.0i	0.0i	59.7e-i	65.8c-f	1040b	2142bc
		Chamran چمران	0.0i	0.2h	52.3mkl	57.5j-m	824efg	1904fg
		Barkat برکت	0.0i	0.0i	44.1nop	53.6m-p	1000bc	2063dc
		Dezful دزفول	1.4c	0.2hg	48.3nm	59.1h-l	984bc	1279no

Table 4. Continued — جدول ۴- ادامه

تیمارهای آزمایشی Treatments			روغن دانه Seed oil content (%)		عملکرد روغن Oil yield (kg.ha^{-1})	
کود نیتروژن Nitrogen fertilizer (kg.ha^{-1})	تراکم بوته Plant density.m^{-2}	ارقام کنجد Sesame cultivars	۱۴۰۰ 2021	۱۴۰۱ 2022	۱۴۰۰ 2021	۱۴۰۱ 2022
2021 ۱۴۰۰ 46 2022 ۱۴۰۱ 69	25	Mohajer مهاجر	49.8ab	43.5ef	334.5i-l	697g-k
		Chamran چمران	42.8jik	42hig	167.5p	554.5n
		Barkat برکت	48.3dbc	44.5ed	307.5k-n	635ml
		Dezful دزفول	50.4a	48.1a	310.8j-m	358.5q
	50	Mohajer مهاجر	46.9dfe	44.2ed	419.3ed	874.3a
		Chamran چمران	44.3gih	41h-l	272.5on	694h-k
		Barkat برکت	47.1dfce	43.5efg	320.3j-m	789.3cd
		Dezful دزفول	43.8jih	42hig	380.3hgf	409.8p
	75	Mohajer مهاجر	40.4m-s	40.9h-l	311.5j-m	693.5h-k
		Chamran چمران	43.8jih	44.1ed	246.8o	702.8g-k
		Barkat برکت	46.1gfe	43.7ef	295.5nm	698.8g-k
		Dezful دزفول	49.0abc	47.1ab	362hgi	368.8pq
2021 ۱۴۰۰ 69 2022 ۱۴۰۱ 92	25	Mohajer مهاجر	41.2k-p	40.4j-n	323.8j-m	716.0f-j
		Chamran چمران	41.6k-o	40.5i-m	201p	606.0m
		Barkat برکت	43.9jih	39.2m-p	342.3kji	635.0ml
		Dezful دزفول	47.8b-e	47.3ab	382gf	473.0o
	50	Mohajer مهاجر	44.9gh	39.2m-p	515.5a	862.8ab
		Chamran چمران	41.8k-n	39.2m-p	301.3nlm	735.3egfh
		Barkat برکت	42.1j-m	42.2hfg	416.5edf	846.5ab
		Dezful دزفول	44.0jih	46.3cb	456.5c	555.3n
	75	Mohajer مهاجر	40.2m-s	37.5qr	402.3ef	740.0egf
		Chamran چمران	42.7i-l	41.6h-k	300.8nlm	713.8f-j
		Barkat برکت	40.8l-r	40.5i-m	391egf	749.5edf
		Dezful دزفول	46.0gfe	43.8e	445.5cd	492.0o
2021 ۱۴۰۰ 92 2022 ۱۴۰۱ 115	25	Mohajer مهاجر	39.0rs	36st	311.3j-m	678klj
		Chamran چمران	39.8o-s	39.9l-p	257.5o	681.8kji
		Barkat برکت	40.0n-s	38.6qp	317j-m	718.5e-j
		Dezful دزفول	47.3c-f	45.5cd	412.5edf	554.5n
	50	Mohajer مهاجر	41.3k-o	33.8u	498.8ab	790.3cd
		Chamran چمران	41.1k-q	36.2srt	345.0hji	723.0e-i
		Barkat برکت	39.3p-s	39nop	466.3cb	860.0ab
		Dezful دزفول	35.3t	41.7hij	419.3ed	664.8kl
	75	Mohajer مهاجر	38.7s	35.6t	401.5ef	761.3ed
		Chamran چمران	41.7k-o	38.8qop	344.3hji	738.8egf
		Barkat برکت	39.1rsq	40.2k-o	391.8egf	829.0cb
		Dezful دزفول	45.5gfh	37.1sr	447.5cd	475.0o

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در سال اول آزمایش، بیشترین تعداد کپسول در بوته (۴۰/۵) مربوط به تیمار ۹۲ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود که نسبت به تیمار ۶۹ کیلوگرم هفت درصد و نسبت به تیمار ۴۶ کیلوگرم، ۲۴ درصد برتری داشت. در بین ارقام کنجد ارقام مهاجر و محلی دزفول به‌ترتیب با میانگین ۳۹/۱ و ۴۰/۷ کپسول در بوته بیشترین تعداد کپسول در بوته را داشتند و نسبت به سایر تیمارهای آزمایش برتری معنی‌داری داشتند (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین تعداد کپسول در بوته مربوط به رقم محلی دزفول در تراکم ۲۵ بوته در مترمربع و کمترین تعداد کپسول در بوته نیز مربوط به رقم چمران در تراکم ۷۵ بوته در مترمربع بود (جدول ۵). در سال دوم آزمایش، بیشترین تعداد کپسول در بوته (۹۳/۳)

مربوط به رقم مهاجر در تیمار ۱۱۵ کیلوگرم نیتروژن و تراکم ۲۵ بوته در مترمربع بود که برتری معنی‌داری نسبت به سایر سطوح تیماری داشت. کمترین تعداد کپسول در بوته (۳۱/۶) نیز مربوط به رقم چمران در تیمار ۶۹ کیلوگرم نیتروژن و تراکم ۷۵ بوته مشاهده شد (جدول ۴). نتایج دو سال آزمایش نشان دهنده تأثیر مثبت نیتروژن بر تعداد کپسول در بوته بود، بطوری‌که بیشترین تعداد کپسول در بوته در تیمار ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد. نتایج نشان داد که با افزایش تراکم از ۲۵ به ۷۵ بوته در مترمربع، تعداد کپسول در بوته کاهش یافت، به‌طوری‌که بیشترین تعداد کپسول در بوته در تراکم ۲۵ بوته در مترمربع حاصل شد. در بین ارقام کنجد مورد بررسی نیز رقم مهاجر تعداد کپسول بیشتری داشته و در اکثر تیمارهای آزمایشی نسبت به رقم محلی دزفول برتری داشت.

نتایج نشان داد که در سال اول آزمایش، برهمکنش تیمارهای کود نیتروژن و تراکم بوته و رقم به ترتیب در سطوح احتمال یک و پنج درصد اثر معنی‌داری بر تعداد دانه در کپسول داشت. در تیمار ۴۶ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن، رقم محلی دزفول با ۵۳/۳ دانه، در تیمار ۶۹ کیلوگرم نیتروژن، ارقام مهاجر و محلی دزفول با ۵۴/۶ دانه و در تیمار ۹۲ کیلوگرم نیتروژن رقم مهاجر با ۵۶ دانه، بیشترین تعداد دانه در کپسول را داشتند (جدول ۶). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین تعداد دانه در کپسول مربوط به ارقام محلی دزفول (۵۷/۶ دانه) و مهاجر (۵۶/۷ دانه) در تراکم ۲۵ بوته در مترمربع بوده و بدون تفاوت معنی‌داری با یکدیگر، نسبت به سایر تیمارهای آزمایشی برتری داشتند (جدول ۵). در سال دوم آزمایش نیز برهمکنش تیمارهای کود نیتروژن و تراکم بوته و رقم بر تعداد دانه در کپسول در سطح یک درصد معنی‌دار بود. رقم محلی دزفول و رقم مهاجر در تراکم ۲۵ بوته و ۱۱۵ کیلوگرم نیتروژن به ترتیب با ۷۳/۲ و ۷۰/۵ دانه در کپسول، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشته، ولی نسبت به سایر سطوح تیماری برتری معنی‌داری داشتند (جدول ۴).

نتایج نشان دهنده اثر مثبت کود نیتروژن بر تعداد دانه در کپسول بود. بیشترین مقدار این صفت در تیمارهای کودی بالای ۶۹ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد و از این نظر رقم مهاجر و رقم محلی دزفول تعداد دانه در کپسول بیشتری نسبت به سایر ارقام داشتند. در تراکم ۲۵ بوته در مترمربع نیز تعداد دانه در کپسول بیشتر از سایر تراکم‌ها بود. در این رابطه گزارش شده است که کود نیتروژن باعث افزایش تعداد دانه‌ها در گلرنگ می‌شود (Mohsen Nia and Jalilian, 2012). در تراکم‌های پایین، رقابت کمتری برای جذب آب و عناصر غذایی بین بوته‌ها وجود داشته و به‌علت نفوذ نور بیشتر نور به داخل پوشش گیاهی، گل‌های بیشتری بارور و به کپسول تبدیل شده و تعداد دانه‌ها در کپسول نیز بیشتر می‌شود (Koocheki et *al*., 2017).

نتایج نشان داد که در سال اول آزمایش، برهمکنش تیمارهای کود نیتروژن و تراکم بوته و رقم بر وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. در سال دوم آزمایش نیز اثر کود نیتروژن در سطح احتمال یک درصد و برهمکنش تیمارهای تراکم بوته و رقم در سطح احتمال پنج درصد بر وزن هزار دانه معنی‌دار بود. رقم محلی دزفول در هر سه سطح کودی نیتروژن بیشترین وزن هزار دانه را در دو سال آزمایش نشان داد (جدول ۶). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقدار وزن هزار دانه در کمترین تراکم (۲۵ بوته در مترمربع) در رقم محلی دزفول (۳/۵ گرم) به‌دست آمد (جدول ۵). نتایج نشان داد که اثر کود نیتروژن بر وزن هزار دانه اثر مثبت داشته داشت. در تیمارهای ۹۲ کیلوگرم کود نیتروژن در سال اول و ۱۱۵ کیلوگرم نیتروژن در سال دوم، بیشترین وزن هزار دانه بدست آمد (جدول ۳). گزارش شده است که مصرف کود نیتروژن باعث افزایش طول دوره رشد گیاه نخود و طولانی‌شدن مدت پر شدن دانه و افزایش وزن

هزار دانه می‌شود (Amiri *et al*., 2015). نتایج یک آزمایش نشان داد که با افزایش تراکم بوته، وزن هزار دانه در لوبیا کاهش معنی‌داری یافت (Roshdi *et al*., 2021).

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات گیاهی ارقام کنجد در برهمکنش تیمارهای تراکم بوته و رقم

Table 5. Mean comparison of plant traits of sesame cultivars in interaction of plant density and cultivar treatments

تراکم بوته Plant density.m^{-2}	ارقام کنجد Sesame cultivars		تعداد کپسول در بوته No. capsule.plant^{-1} ۱۴۰۰ 2021	تعداد دانه در کپسول No. Seed.capsule^{-1} ۱۴۰۰ 2021	وزن هزار دانه 1000 Seed weight (g) ۱۴۰۰ 2021	وزن هزار دانه 1000 Seed weight (g) ۱۴۰۱ 2022
25	Mohajer	مهاجر	42.6b	56.7ab	2.2i	2.9d
	Chamran	چمران	33.8ef	47.3ef	2.5e	2.9d
	Barkat	برکت	41.1bc	44.5hfg	2.6d	2.7e
	Dezful	دزفول	52.7a	57.6a	3.3a	3.5a
50	Mohajer	مهاجر	40.0bc	51.7cd	1.8j	2.6f
	Chamran	چمران	26.9g	43.4hg	2.5ef	2.7e
	Barkat	برکت	36.0de	42.8h	2.5gf	2.5fg
	Dezful	دزفول	37.8dc	53.9cb	3.2b	3.4b
75	Mohajer	مهاجر	34.5def	49.2ed	1.7k	2.5f
	Chamran	چمران	25.9g	41.7h	2.4h	2.4hg
	Barkat	برکت	31.6f	41.7h	2.4gh	2.4h
	Dezful	دزفول	31.1f	46.8efg	3.2c	3.2c

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی کنجد در برهمکنش تیمارهای کود نیتروژن و رقم

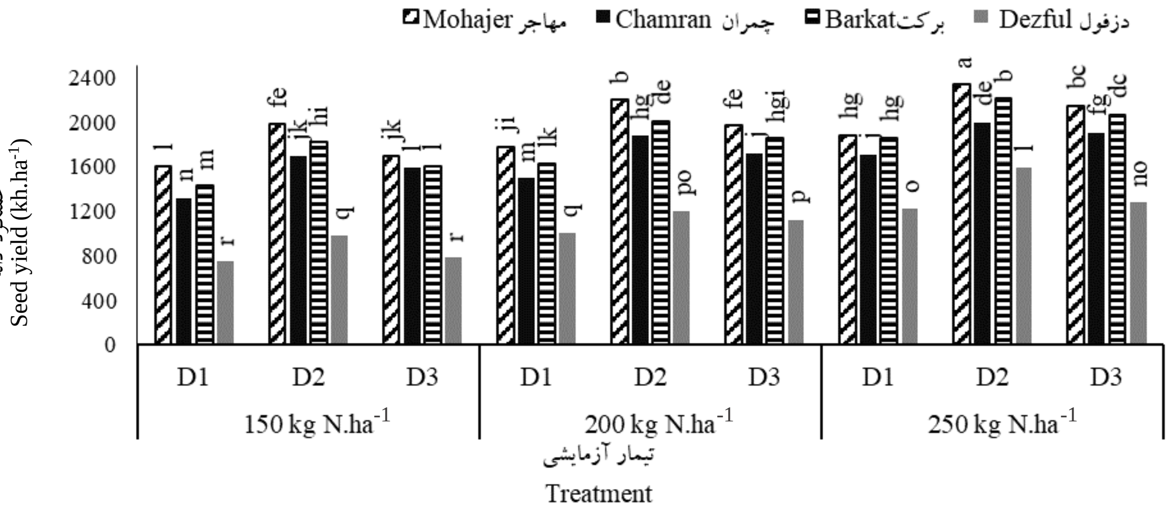
Table 6. Mean comparison of plant traits of sesame cultivars in interaction of nitrogen fertilizer and cultivar treatments

کود نیتروژن Nitrogen fertilizer (kg.ha^{-1})	ارقام کنجد Sesame cultivars		تعداد دانه در کپسول No. Seed.capsule^{-1} ۱۴۰۰ 2021	وزن هزار دانه 1000 Seed weight (g) ۱۴۰۰ 2021	عملکرد زیست‌توده Biological yield (kg.ha^{-1}) ۱۴۰۰ 2021	عملکرد زیست‌توده Biological yield (kg.ha^{-1}) ۱۴۰۱ 2022	شاخص برداشت Harvest index (%) ۱۴۰۰ 2021	شاخص برداشت Harvest index (%) ۱۴۰۱ 2022
2021 ۱۴۰۰	Mohajer	مهاجر	47cd	1.7e	5229f	8132ed	15cd	21.7b
46	Chamran	چمران	35.7g	2.4c	3802h	7304f	14d	21bc
2022 ۱۴۰۱	Barkat	برکت	40f	2.5bc	4470g	8036e	14.7cd	20.2c
69	Dezful	دزفول	53.3ab	3.2a	7309c	8455cd	10.2e	9.9e
2021 ۱۴۰۰	Mohajer	مهاجر	54.6a	1.9d	5703de	8675c	17.1a	22.8a
69	Chamran	چمران	48cd	2.5bc	4030h	7964e	15.9cb	21.3b
2022 ۱۴۰۱	Barkat	برکت	43.3ef	2.5bc	5532fe	8515cd	16.5ab	21.5b
92	Dezful	دزفول	54.6a	3.2a	8622b	9342b	10.9e	11.9d
2021 ۱۴۰۰	Mohajer	مهاجر	56a	1.9d	5976d	9145b	17ab	23.2a
92	Chamran	چمران	48.7cd	2.5bc	4410gذ	8751c	17.5a	21.4b
2022 ۱۴۰۱	Barkat	برکت	45.7ed	2.5b	5943d	9398b	16.9ab	21.8b
115	Dezful	دزفول	50.4cb	3.2a	9322a	11173a	10.2e	12.2d

براساس نتایج تجزیه واریانس، در سال اول و دوم آزمایش، برهمکنش بین تیمارهای کود نیتروژن و تراکم بوته و رقم به‌ترتیب در سطوح احتمال یک و پنج درصد بر عملکرد دانه معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در سال اول آزمایش در تراکم ۵۰ بوته در مترمربع و ۶۹ کیلوگرم در هکتار نیتروژن مربوط به ارقام مهاجر (۱۱۴۸ کیلوگرم در هکتار) و در تراکم ۵۰ بوته در مترمربع و ۹۲ کیلوگرم در هکتار نیتروژن مربوط به ارقام مهاجر، برکت و محلی دزفول (به‌ترتیب ۱۲۰۹، ۱۱۸۹ و ۱۱۸۸ کیلوگرم در هکتار) بود که برتری معنی‌دار ارقام کنجد مقاوم به ریزش دانه مهاجر و

برکت نسبت به رقم محلی دزفول کاملا مشخص بود (جدول ۴). کمترین عملکرد دانه نیز مربوط به رقم چمران در تراکم ۲۵ بوته در مترمربع و ۴۶ کیلوگرم نیتروژن (۳۹۱ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارهای آزمایشی داشت (جدول ۴). در سال دوم آزمایش بیشترین عملکرد دانه مربوط به رقم مهاجر در تیمار ۱۱۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و تراکم ۵۰ بوته در مترمربع (۲۳۳۷ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد که نسبت به سایر تیمارهای آزمایشی برتری معنی‌داری داشت. کمترین عملکرد دانه نیز مربوط به رقم محلی دزفول در تیمار ۶۹ کیلوگرم در هکتر نیتروژن و تراکم‌های ۲۵ و ۷۵ بوته در مترمربع به‌دست آمد (جدول ۴).

نتایج آزمایش حاضر نشان داد که افزایش مقدار مصرف کود نیتروژن باعث بهبود عملکرد دانه ارقام کنجد مورد بررسی شد و از این نظر رقم مهاجر، به ویژه در سال دوم آزمایش، عملکرد دانه بالاتری نسبت به رقم محلی دزفول و سایر ارقام تجاری کنجد مقاوم به ریزش دانه داشت (شکل ۱). فراهمی بیشتر نیتروژن از طریق افزایش سرعت رشد گیاه، باعث افزایش شاخص سطح برگ و افزایش پوشش گیاه بر سطح زمین شده و منجر به افزایش دریافت تابش، افزایش تثبیت دی‌اکسید کربن و افزایش عملکرد دانه می‌شود (Saboury *et al*., 2022). در آزمایش حاضر بیشترین عملکرد دانه در تراکم‌های ۵۰ و ۷۵ بوته در متر مربع به‌دست آمد. این نتایج با یافته‌های کوچکی و همکاران (Koocheki *et al*., 2017) که گزارش دادند بیشترین عملکرد دانه کنجد مربوط به تراکم ۵۰ بوته در مترمربع و کمترین عملکرد دانه مربوط به تراکم ۳۰ بوته در مترمربع بود، مطابقت دارد. در یک آزمایش دیگر گزارش شده است که با افزایش تراکم بوته در واحد سطح تا حد ۷۵ بوته در مترمربع، عملکرد دانه کنجد افزایش یافت (Caliskan *et al*., 2004).



شکل ۱- مقایسه میانگین عملکرد دانه ارقام کنجد در برهمکنش تیمارهای کود نیتروژن و تراکم بوته و رقم (۱۴۰۱)

Fig. 1. Mean comparison of seed yield of sesame cultivars in interaction of nitrogen fertilizer and plant density and cultivar treatments (2022)

D1، D2 و D3: به ترتیب ۲۵، ۵۰ و ۷۵ بوته در مترمربع

D1, D2 and D3: 25, 50 and 75 plant.m^{-2}, respectively

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کود نیتروژن، تراکم بوته و رقم و برهمکنش کود نیتروژن و رقم در سطح یک درصد بر عملکرد زیست‌توده معنی‌دار بودند. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد زیست‌توده مربوط به رقم محلی دزفول در تیمار ۹۲ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در سال اول آزمایش (۹۳۲۲ کیلوگرم در هکتار) و ۱۱۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در سال دوم آزمایش (۱۱۱۷۳ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد که به طور معنی‌داری نسبت به سایر سطوح تیماری برتری داشتند (جدول ۶). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در هر دو سال آزمایش، کمترین میانگین عملکرد زیست‌توده مربوط به تراکم ۲۵ بوته در مترمربع (۵۱۱۳ و ۸۲۶۸ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب در سال اول و دوم آزمایش) و بیشترین مقدار آن مربوط تراکم ۷۵ بوته در مترمربع (۶۴۹۲ و ۹۱۸۳ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب در سال اول و دوم آزمایش) بود که با یکدیگر تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۳). همراستا با نتایج آزمایش حاضر، گزارش شده است که افزایش عرضه نیتروژن در محدوده نیاز گیاه با افزایش سطح برگ و محتوای کلروفیل همراه است که تعیین کننده فعالیت‌های فتوسنتزی برگ و تولید ماده خشک و تخصیص آن به اندام های مختلف گیاه هستند (Saboury *et al.*, 2022).

نتایج تجزیه واریانس در دو سال آزمایش نشان داد که اثر تراکم بوته و برهمکنش کود نیتروژن و رقم تأثیر بر شاخص برداشت معنی‌دار بود. در هر دو سال آزمایش تراکم ۵۰ بوته در مترمربع بیشترین مقدار شاخص برداشت (۱۵/۷ درصد در سال اول و ۲۰/۸ درصد در سال دوم) را نسبت به تراکم‌های ۲۵ و ۷۵ بوته در متر مربع داشت (جدول ۳). در تیمارهای کودی ۶۹ کیلوگرم در هکتار، ارقام مهاجر و برکت،۹۲ کیلوگرم در هکتار ارقام مهاجر، برکت و چمران و ۱۱۵ کیلوگرم در هکتار رقم مهاجر (۲۳ درصد) بالاترین مقدار شاخص برداشت را نسبت به سایر تیمارهای آزمایشی داشتند. که رقم محلی دزفول در هر سه تیمار کودی کمترین مقدار شاخص برداشت را داشت (جدول ۶). نتایج دو سال آزمایش نشان داد که مقدار شاخص برداشت در تراکم ۵۰ بوته در مترمربع بالاتر از ۷۵ و ۲۵ بوته در مترمربع بود (جدول ۳). شاخص برداشت از صفات مهم گیاهان زراعی است که علاوه بر عملکرد دانه و عملکرد زیستی عوامل فیزیولوژیک دیگری مانند شاخص سطح برگ و میزان نفوذ نور به داخل پوشش گیاهی در تعیین آن مؤثر هستند (Aien, 2013).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که در سال اول و دوم آزمایش، برهمکنش کود نیتروژن و تراکم بوته و رقم بر محتوای روغن دانه و عملکرد روغن در سطح یک درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌های محتوای روغن دانه نشان داد که در سال اول آزمایش، رقم محلی دزفول و مهاجر در تراکم ۲۵ بوته در متر مربع و تیمار کودی ۴۶ کیلوگرم نیتروژن (به‌ترتیب با ۵۰/۴ و ۴۹/۸ درصد) و رقم محلی دزفول در تراکم ۷۵ بوته در مترمربع و تیمار ۴۶ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدون تفاوت معنی‌دار، میانگین بالاتری نسبت به سایر سطوح تیماری داشتند (جدول ۴). در سال دوم آزمایش نیز بیشترین محتوای روغن مربوط به رقم محلی دزفول در تیمار ۶۹ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و تراکم ۲۵ و ۷۵ بوته در مترمربع (به‌ترتیب ۴۸/۱ و ۴۷/۱ درصد) بود که با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند، ولی نسبت به سایر سطوح تیماری برتری معنی‌داری داشتند. نتایج مربوط به عملکرد روغن در سال اول نیز نشان داد که بیشترین عملکرد روغن مربوط به رقم مهاجر در تراکم ۵۰ بوته در مترمربع در تیمارهای ۶۹ و ۹۲ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (به‌ترتیب ۵۱۵/۵ و ۴۹۸/۸ کیلوگرم در هکتار) بود که با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند، ولی نسبت به سایر سطوح تیماری برتری داشتند (جدول ۴). در سال دوم آزمایش نیز رقم مهاجر در تراکم ۵۰ بوته در مترمربع و تیمارهای ۶۹ و ۹۲

کیلوگرم در هکتار نیتروژن (۸۷۴/۳ و ۸۶۲/۸ کیلوگرم در هکتار) بیشترین عملکرد روغن را داشت (جدول ۴). نتایج نشان داد که رقم محلی دزفول و مهاجر بالاترین محتوای روغن دانه را در بین ارقام کنجد مورد بررسی داشتند، ولی رقم مهاجر به‌دلیل عملکرد دانه بالاتر، بیشترین عملکرد روغن را داشت. نتایج نشان داد که با افزایش مصرف کود نیتروژن، محتوای روغن دانه کاهش یافت، ولی به دلیل افزایش عملکرد دانه، عملکرد روغن افزایش یافت. برخی از محققان (Saboury *et al.*, 2022; Ensiye and Khorshid, 2010) گزارش کرده‌اند که محتوای روغن گیاهان دانه روغنی در درجه اول تحت کنترل عوامل ژنتیکی است، اما تحت تأثیر شرایط محیطی نیز قرار می‌گیرد. بررسی نتایج ارائه شده توسط سایر پژوهشگران نیز موید این نکته است که مصرف کود نیتروژن، اغلب باعث کاهش محتوای روغن گیاهان دانه روغنی می‌شود. دلایل متعددی را برای تشریح اثر منفی نیتروژن بر محتوای روغن گیاهان دانه روغنی گزارش شده است. طولانی شدن دوره رشد گیاه و تاخیر در رسیدگی محصول در اثر مصرف نیتروژن، یک دلیل مهم برای کاهش محتوای روغن دانه آفتابگردان در واکنش به مصرف نیتروژن گزارش شده است (Li *et al.*, 2017)

نتیجه‌گیری

براساس نتایج حاصل از این تحقیق تیمار ۹۲ تا ۱۱۵ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن باعث تولید بیشترین مقدار عملکرد دانه و عملکرد روغن در ارقام کنجد مقاوم به ریزش دانه شد که البته تقسیط آن به‌صورت؛ حدود یک پنجم بصورت پایه، دو پنجم بصورت سرک اول در مرحله هشت برگی گیاهچه و دو پنجم در مرحله شروع گلدهی قابل توصیه است. در بین تراکم‌های مورد بررسی، بیشترین مقدار عملکرد دانه عملکرد زیست‌توده و عملکرد روغن ارقام کنجد مقاوم به ریزش دانه در تراکم ۵۰ بوته در مترمربع به‌دست آمد و افزایش تراکم بوته باعث کاهش تعداد کپسول و تعداد دانه در بوته شد، اما افزایش تعداد بوته‌ها در واحد سطح باعث جبران کاهش عملکرد تک بوته شد. افزایش تعداد بوته تا ۵۰ بوته در مترمربع باعث افزایش عملکرد دانه ارقام کنجد مقاوم به ریزش دانه و شاهد شد. در بین ارقام کنجد مورد ارزیابی، ارقام جدید تجاری کنجد مقاوم به ریزش دانه به نام‌های مهاجر و برکت از نظر عملکرد دانه نسبت به رقم محلی دزفول (شاهد) برتر بودند که با توجه به مقاوم بودن این ارقام به ریزش دانه در زمان رسیدگی و قابلیت برداشت محصول با کمباین (ریزش حدود ۲/۸ درصد با کمباین)، برای توسعه کشت ماشینی کنجد در کشور قابل توصیه هستند.

سپاسگزاری

نگارندگان از شرکت کشت و صنعت شهید رجایی که امکانات اجرای این تحقیق را فراهم کردند، کمال تشکر را دارند. این تحقیق با حمایت معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه شهید چمران اهواز طی قرارداد به شماره ۳۹۴۱۰۶ اجرا شده است که بدینوسیله سپاسگزاری می‌شود.

منابع مورد استفاده

References

Ahmed, J., Qadir, G., Ansar, M., Wattoo, F.M., Javed, T., Ali, B., and Rahimi, M. 2023. Shattering and yield expression of sesame (*Sesamum indicum* L) genotypes influenced by paclobutrazol concentration under rainfed conditions of Pothwar. *BMC Plant Biology*, 23, pp.1-13. https://doi.org/10.1186/s12870-023-04145-7

Ahmed, R., Mahmoud, T., Saleemand, M.F., and Ahmed, S. 2005. Comparative performance of two sesame

(*Sesamum indicum* L.) cultivars under different row spacing. *Asian Journal of Plant Sciences*, 1, pp.546-557. https://cir.nii.ac.jp/crid/1361418520886480000

Aien, A. 2013. Effect of eliminating of irrigation at different growth stages on seed yield and some agronomic traits of two sesame genotypes. *Seed and plant production Journal*, 29, pp.67-79. [In Persian]. https://sid.ir/paper/147216/en

Amiri, S., Parsa, M., Bannayan, M., Nassiri Mahallati, M., and Deihimfard, R. 2015. Effect of irrigation and nitrogen fertilizer levels on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under Mashhad climatic conditions. *Iranian Journal Pulses Research*, 6, pp.66-77. [In Persian]. doi: 10.22067/IJPR.V1394I1.25660

Amna, B.A., Azeem, M.A., Qayyum, A., Mustafa, G., Ahmad, M.A., and Chaudhary, H.J. 2022. Bio-fabricated silver nanoparticles: A sustainable approach for augmentation of plant growth and pathogen control. *In:* Faizan, M. Sustainable agriculture reviews 53. Springer International Publishing. 1, pp.345-371. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86876-5_14

Anonymous. 2023. Statistics of agricultural crops, 2022-2023, Ministry of Agriculture Jahad. [In Persian].

Caliskan, S., Arslan, M., Arioglu, H., and Isler, N. 2004. Effect of planting method and plant population on growth and yield of sesame in a Mediterranean type of environment. *Asian Journal of Plant Sciences*, 3, pp.610-613. https://doi.org/10.3923/ajps.2004.610.613

Change, L., and Huang, W. 2012. Antioxidan activity of sesame coat. *Food Chemistry*.78, pp.347-354. https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00119-X

Ensiye, A., and Khorshid, R. 2010. Effect of irrigation regimes on oil content and composition of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 87(1), pp.499–506. https://doi.org/10.1007/s11746-009-1527-8

Gholamhoseeini, M., Danaie, A.K., and Falah Tosi, A. 2022. The effect of planting pattern and plant density on grain yield and yield components of sesame (*Sesamum indicum*, L) in Mashhad region. *Research Achievements for Field and Horticulture Crops,* 11(1), pp.71-80. [In Persian]. doi: 10.22092/rafhc.2023.351299.1253

Islam, F., Gill, R.A., Ali, B., Farooq, M.A., Xu, L., Najeeb, U., and Zhou, W. 2016. Sesame. *In:* Gupta, S.K. Breeding Oilseed Crops for Sustainable Production, Opportunities and Constrains. Academic Press, 1, pp.135-147. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801309-0.00006-9

Kadkhodaie, A., Razmjoo, J., Zahedi, M., and Pessarakli, M. 2014. Selecting sesame genotypes for drought tolerance based on some physiochemical traits. *Agronomy Journal*. 106, pp.111–8. doi: 10.2134/agronj2013.0260

Kashani H., Shahab D., Kandhro M.N., Ahmed N., Saeed Z., and Nadeem A. 2016. Seed yield and oil content of sesame (*Sesamum indicum* L.) genotypes in response to different methods of nitrogen application.

Indian Journal of Science and Technology, 9(30), pp.1-5. https://doi.org/10.17485/ijst/2016/v9i30/89371

Koocheki, A., Nasiri Mahalati, M., Nourbakhsh, F., and Nehbandani, A. 2017. The effect of planting pattern and density on yield and yield components of sesame (*Sesamum indicum* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 15, pp.31-45. [In Persian]. doi: 10.22067/GSC.V15I1.33089

Li, W.P., Shi, H.B., Zhu, K., Zheng, Q., and Xu, Z. 2017. The quality of sunflower seed oil changes in response to nitrogen fertilizer. *Agronomy Journal*, 109(6), pp.2499-2507. https://doi.org/10.2134/agronj2017.01.0046

Mekonnen, S.B., Sharma, J., and Dechassa, N. 2016. Effects of nitrogen fertilizer rates on yield and yield components of sesame (*Sesamum indicum* L.) varieties under irrigation in Gode, South-Eastern Ethiopia. *International Journal of Plant Breeding and Crop Science*, 3, pp. pp.71-78. www.academia.edu/105243480

Mohsen Nia, O., and Jalilian, J. 2012. Effects of drought stress and fertilizer sources on yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Journal of Agroecology*, 4(3), 235-245. [In Persian]. https://sid.ir/paper/211070/en

Nanthakumar, S., Panneerselvam, P., and Krishnakumar, S. 2014. Effect of phosphorus and sulphur on growth, yield and quality parameters of hybrid maize. *International Journal of Advanced Life Sciences* (IJALS), 7, pp.85-92. https://doi.org/full/10.5555/20143190519

Noorka, I., Hafiz, S.I., and El-bramawy, A. 2011. Response of sesame to population densities and nitrogen fertilization on newly reclaimed sandy soils. *Indian Journal of Agronomy*. 43, pp.1953-1958. http://pakbs.org/pjbot/PDFs/43(4)/PJB43(4)1953

Oloniruha, J.A., Ogundare, S.K., and Olajide, K. 2021. Growth and yield of sesame (*Sesamum indicum*) as influenced by plant population density and organo-mineral fertilizer rates. *Agro-Science*, 20, pp.15-21. https://doi.org/10.4314/as.v20i1.3

Patel, H.K., Patel, R.M., Desai, C.K., and Patel, H.B. 2014. Response of summer sesamum (*Sesamum indicum* L.) to different spacings and levels of nitrogen under north Gujarat condition. *International Journal of Agricultural Science.* 10(1), pp.336–343. https://doi.org/10.5555/20143192762

Rahman, A., and El-Maki, A. 2008. Response of sesame (*Sesamum indicum* L.) to nitrogen and phosphorus fertilization in Northern Sudan. *Journal of Applied Biosciences*. 8, pp.304-308. https://pakbs.org/pjbot/PDFs/43(4)/PJB43

Roshdi, M., Kazemalilou, M., and Kazemalilou, S. 2021. The effect of plant density and weed growth control methods on vegetative traits and yield of red beans. *Journal of Crop Production and Processing*, 10, pp.125-138. [In Persian]. https://sid.ir/paper/392201/en

Saboury, A., Gholamhoseini, M., Bazrafshan, F., Habibzadeh, F., and Amiri, B. 2022. Effect of irrigation and nitrogen fertilizer on yield, inputs use efficiency and seed quality of sesame cultivars. *Iranian Journal of Field Crop Sciences*, 53, pp.221-234. [In Persian]. doi: 10.22059/IJFCS.2021.319665.654807

Siahpoosh, M.R., Nejadsadeghi, L., Siahpoosh, M.S., Sheidaie, S., Rezvani, E., and Sadeghi, H. 2024. Introduction and evaluation of agronomic features of commercial non-shattering (indehiscent) sesame cultivars named Barkat, Mohajer, Chamran and Dezful. *Plant Production*, 46(4), pp.473-490. [In Persian]. doi: 10.22055/ppd.2024.46295.2149

Valiki, S.R.H., Ghanbari, S., Golmohammadzadeh, S., and Kiasari, K.R. 2015. Effect of different plant density on growth and yield of three cultivars of sesame (*Sesamum indicum* L.). *In Biological Forum-An International Journal*, 7, pp.1524-1528. www.researchgate.net/profile/Sajedeh-Golmohammadzadeh/publication/337914315